

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Yutaro KANEKO et al.  
Title: MOTOR OR GENERATOR  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: **FEB 12 2002**  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned



*#1  
priority  
C. Hicken  
3-20-02*

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- Japanese Patent Application No. 2001-058116 filed March 2, 2001.

Respectfully submitted,

Date **FEB 12 2002**

By *Richard L. Schwaab*

FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428



**22428**

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5414  
Facsimile: (202) 672-5399

Richard L. Schwaab  
Attorney for Applicant  
Registration No. 25,479

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

040356/0423  
Kawakita et al

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-058116

出 願 人

Applicant(s):

日産自動車株式会社



2001年11月30日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3105003

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM00-00613

【提出日】 平成13年 3月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 19/00

【発明の名称】 電動機または発電機

【請求項の数】 7

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
社内

    【氏名】 金子 雄太郎

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
社内

    【氏名】 北田 真一郎

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
社内

    【氏名】 菊池 俊雄

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社  
社内

    【氏名】 恒吉 孝

【特許出願人】

    【識別番号】 000003997

    【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100075513

    【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 政喜

【選任した代理人】

【識別番号】 100084537

【弁理士】

【氏名又は名称】 松田 嘉夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706786

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動機または発電機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

永久磁石を配設した可動部材を備えるとともに、前記永久磁石を複数個に分割して渦電流の発生を抑制した電動機または発電機において、

前記永久磁石の分割幅を、駆動時に永久磁石の各位置における磁束密度の変化率に対応して定めたことを特徴とする電動機または発電機。

【請求項 2】

前記永久磁石の分割幅は、その位置における磁束密度の変化率が大きくなるほど狭くし、小さくなるほど広くしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電動機または発電機。

【請求項 3】

分割された各磁石に発生する渦電流損失が略均等となるように、前記永久磁石の分割幅を決定したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電動機または発電機。

【請求項 4】

前記可動部材は回転子であり、前記永久磁石は回転子の回転方向に複数個に分割されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一つに記載の電動機または発電機。

【請求項 5】

永久磁石を配設した回転子を備えるとともに、前記永久磁石を前記回転子の回転方向に複数個に分割して渦電流の発生を抑制した電動機または発電機において、前記回転子の回転方向先端に位置する磁石の分割幅を他の部分に位置する磁石の分割幅よりも狭くしたことを特徴とする電動機または発電機。

【請求項 6】

前記永久磁石を回転子の径方向に複数段に分割するとともに、少なくとも最も固定子側の段の磁石を回転子の回転方向に分割したことを特徴とする請求項 5 に記載の電動機または発電機。

【請求項 7】

永久磁石を配設した回転子を備えるとともに、前記永久磁石を前記回転子の回転方向に複数個に分割して渦電流の発生を抑制した電動機または発電機において、前記回転子の回転方向先端に位置する磁石の分割面を回転方向に対して斜めに設定したことを特徴とする電動機または発電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、可動部材に永久磁石を配設してなる電動機または発電機に関する。

【0002】

【従来の技術】

電動機（電動モータ）や発電機には、可動部材（例えば回転電機であれば回転子）に永久磁石を配設し、この可動部材に対して磁界を発生させることにより、磁束に対する永久磁石の反力で可動部材を動作させるものがある。このような電動機または発電機においては、高調波磁束によって永久磁石表面に渦電流が発生し、渦電流損失（渦電流による電力損失）が生じ得る。また、渦電流損失はジュール熱として電力が失われるということであるから、このジュール熱により永久磁石の温度が上昇するという弊害もある。

【0003】

このため、例えば特開平 1 1 - 4 5 5 5 号公報には、永久磁石電動機において、永久磁石を複数に分割することにより、永久磁石に発生する渦電流損失の発生を抑制したものが提案されている。詳しく説明すると、永久磁石に発生する渦電流損失は、永久磁石表面を流れる渦電流の二乗と永久磁石表面部の電気抵抗の積である。また、渦電流は、与えられた磁束密度変化率が大きいほど大きくなり、電気抵抗が小さいほど大きくなる。そして、永久磁石を分割することにより、分割された磁石 1 個の電気抵抗を大きくすることができるので、結果として、永久磁石全体で発生する渦電流損失を少なくすることができる。

【0004】

具体的には、例えば図 9 に示すように、回転式電動機において、回転軸 3 の回

りで回転自在のロータ 2 の外周に配置された 4 極の永久磁石 2 0 を、それぞれ長手方向に分割することにより、上記効果が得られる。なお、この場合、永久磁石 2 0 両端の磁石 2 1 A、2 1 B は、幅 X 1 が内側の磁石 2 1 C の幅 X 2 よりも狭くされ、またロータ 2 の径方向の長さも短くなっているが、これは、永久磁石 2 0 の形状を半円形に近づけるためのものである。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来例においては、永久磁石に対して作用する磁束密度変化の不均一性が考慮されていないから、永久磁石を分割したとしても、分割された磁石の中に、渦電流が集中して流れる磁石ができてしまうことがある。これでは、その磁石で大きな渦電流損失が発生し、温度が上がってしまうし、全体として効率よく渦電流損失を低減することはできない。

【 0 0 0 6 】

この場合、永久磁石の分割数を増やすことにより、渦電流を低減することはできる。しかし、永久磁石を分割する場合には、分割した磁石を張り合わせて一体化させる必要があるので、外形寸法を同じにした場合、分割数を増やすほど実磁石量が減少し、磁力が低下する。このため、永久磁石の分割を多数にすると、電動機または発電機の性能（出力や効率）が大幅に低下してしまう（図 2 参照）。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような問題点に着目してなされたもので、可動部材に永久磁石を配設してなる電動機または発電機において、永久磁石に発生する渦電流損失を合理的に低減することができるものを提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

第 1 の発明では、永久磁石を配設した可動部材を備えるとともに、前記永久磁石を複数個に分割して渦電流の発生を抑制した電動機または発電機において、前記永久磁石の分割幅を、駆動時に永久磁石の各位置における磁束密度の変化率に対応して定めた。

【 0 0 0 9 】

第 2 の発明では、前記永久磁石の分割幅は、その位置における磁束密度の変化率が大きくなるほど狭くし、小さくなるほど広くした。

【 0 0 1 0 】

第 3 の発明では、分割された各磁石に発生する渦電流損失が略均等となるように、前記永久磁石の分割幅を決定した。

【 0 0 1 1 】

第 4 の発明では、前記可動部材は回転子であり、前記永久磁石は回転子の回転方向に複数個に分割されている。

【 0 0 1 2 】

第 5 の発明では、永久磁石を配設した回転子を備えるとともに、前記永久磁石を前記回転子の回転方向に複数個に分割して渦電流の発生を抑制した電動機または発電機において、前記回転子の回転方向先端に位置する磁石の分割幅を他の部分に位置する磁石の分割幅よりも狭くした。

【 0 0 1 3 】

第 6 の発明では、前記永久磁石を回転子の径方向に複数段に分割するとともに、少なくとも最も固定子側の段の磁石を回転子の回転方向に分割した。

【 0 0 1 4 】

第 7 の発明では、永久磁石を配設した回転子を備えるとともに、前記永久磁石を前記回転子の回転方向に複数個に分割して渦電流の発生を抑制した電動機または発電機において、前記回転子の回転方向先端に位置する磁石の分割面を回転方向に対して斜めに設定した。

【 0 0 1 5 】

【発明の作用および効果】

第 1 の発明では、永久磁石の分割数を必要以上に多くすることなく、永久磁石全体として、渦電流損失を低減できる。つまり、分割された各磁石の中に、渦電流が集中して発生する磁石が含まれないようにできるので、永久磁石における渦電流損失の発生および温度上昇を、電動機または発電機の性能（出力や効率）を低下させることなく、合理的に抑制できる。

【 0 0 1 6 】



第2の発明では、磁束密度変化率が大きく大きな渦電流が発生し得る部分では、永久磁石は幅の狭い磁石に分割され、渦電流発生が抑制される一方、磁束密度変化率が小さく比較的渦電流の発生が少ない位置では、永久磁石は幅の広い磁石に分割され、永久磁石の分割数を少なくすることができる。したがって、永久磁石全体として、渦電流の発生を効果的に抑制するとともに、磁力を低下させないようにできる。

## 【 0 0 1 7 】

第3の発明では、永久磁石全体として、渦電流損失の低減および磁石温度上昇防止を達成できる。また、永久磁石の分割数を必要最小限とすることができるので、分割による永久磁石の磁力低下を必要最小限とでき、電動機または発電機の性能低下を防止できる。

## 【 0 0 1 8 】

第4の発明では、永久磁石は回転子周方向に分割されるので、回転子周方向に流れる渦電流を低減できる。

## 【 0 0 1 9 】

第5の発明では、回転子に配設した永久磁石の場合、回転方向の先端部分で最も磁束密度変化率が大きくなるので、合理的に渦電流を低減することができる。

## 【 0 0 2 0 】

第6の発明では、永久磁石は回転子径方向に複数段に分割されるので、回転子径方向に流れる渦電流を低減でき、また、渦電流が特に発生しやすい最も固定子側の段に生じる渦電流は、回転子回転方向の分割により効果的に低減される。また、回転子回転方向には分割されない段を作ることにより、永久磁石の磁力を全体として強く保つことができる。

## 【 0 0 2 1 】

第7の発明では、回転子に配設した永久磁石の場合、渦電流は分割された磁石の対角線上を流れるので、斜めの分割面により渦電流のループを効果的に小さくすることができる。

## 【 0 0 2 2 】

## 【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基づいて、本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 には、本発明の第 1 の実施の形態を示す。

【 0 0 2 4 】

図示される永久磁石 1 は、電動機（電気モータであって、例えば回転式電動機やリニアモータ）の可動部材（図示せず）に配設される。この電動機の駆動時には、可動部材を駆動するために発生させられた磁束に対して、永久磁石 1 に反力が発生し、この反力によって可動部材が動かされる。具体的に、例えば回転式電動機では、可動部材であるロータ（回転子）の外周に沿って永久磁石 1 が配設される（図 3 参照）。そして、このロータの外周に配設されたステータ（固定子）のステータコイルへの 3 相交流等の通電によって、ロータに対して回転磁束が与えられ、ロータが回転駆動されることになる。

【 0 0 2 5 】

永久磁石 1 は、その長手方向に、幅  $t_1$  の磁石 1 A、幅  $t_2$  の磁石 1 B、幅  $t_3$  の磁石 1 C、幅  $t_4$  の磁石 1 D、幅  $t_5$  の磁石 1 E に分割されている。この場合、各磁石 1 A ～ 1 E の幅  $t_1 \sim t_5$  は、電動機の駆動時に永久磁石上に発生する磁束の変化率に応じて決定される。

【 0 0 2 6 】

詳しくは、永久磁石 1 の上部に示す図表との対応関係から分かるように、各磁石 1 A ～ 1 E において発生する渦電流損失が均等となるように、永久磁石 1 において、磁束密度変化率が大きな磁石位置では分割幅は狭くされ（例えば磁石 1 A、1 E）、磁束密度変化率が小さな磁石位置では分割幅は広くされる（例えば磁石 1 C）。これにより、分割後の各磁石 1 A ～ 1 E のいずれかに特に大きな渦電流損失が発生することではなく、永久磁石 1 全体での渦電流損失の発生および磁石温度の上昇を抑制できる。

【 0 0 2 7 】

また、永久磁石 1 の分割をこのように合理的に行うことにより、永久磁石 1 の分割数をむやみに増やすことなく渦電流発生を抑制でき、永久磁石 1 全体としての磁力を低下させないで済む。つまり、図 2 に示すように、永久磁石 1 の磁力比

(単位体積当たりの磁力)は、磁石分割数を増やすと低下するが、磁束密度変化率に応じて磁石 1 A ~ 1 B の幅  $t_1 \sim t_5$  を変えることにより、必要最小限の分割数で渦電流低減の効果が得られるので、永久磁石 1 の磁力低下を最小限とすることができる。したがって、電動機の性能(出力および効率)を低下させないで済む。

【 0 0 2 8 】

図 3 には、本発明の第 2 の実施の形態を示す。

【 0 0 2 9 】

本実施の形態は、本発明を回転式電動機に適用したものであり、図 3 には、回転式電動機のロータ 2 (回転子) が図示されている。

【 0 0 3 0 】

ロータ 2 は、回転軸 3 方向に積層された複数の積層鋼板からなるもので、回転軸 3 を中心に回転自在の可動部材である。このロータ 2 の外周付近には略 90 度の間隔をもって 4 つの永久磁石 4 が配設されている。なお、このように本実施の形態では回転子永久磁石を 4 極としたが、これは例示であって、本発明において永久磁石の極数(個数)は特に限定されるものではない。

【 0 0 3 1 】

ロータ 2 の外周には、図示されない筒状のステータがステータが、ロータ 2 を取り囲むように配設される。このステータのステータコイルに励磁電流(例えば 3 相交流電流)を供給することにより、回転磁束を発生させ、この磁束に対する永久磁石 4 の反力により、ロータ 2 が回転駆動される。なお、ステータの形態は特に限定されず、例えばステータコイルの巻線方式は、集中巻きであっても分布巻きであってもよい。

【 0 0 3 2 】

各永久磁石 4 は、その長手方向をロータ 2 の周方向(回転方向)に向けて配設されており、この長手方向に複数の磁石に分割されている。この場合、図に矢印で示すロータ 2 の回転方向先頭の磁石 4 A は、その幅  $W_1$  が、分割された他の磁石の幅(例えば磁石 4 C の幅  $W_2$ ) よりも狭くなっている。

【 0 0 3 3 】

これは、永久磁石4の回転方向先端部分においては、磁束密度変化率が特に大きくなることに対応するものであり、回転方向先端の磁石4Aの幅W1は、先端の磁石4Aに発生する渦電流が、分割された他の磁石に発生する渦電流と略均等となるように定められる。これにより、回転方向先端の磁石4Aにおいて発生する渦電流を合理的に低減することができ、結果として、永久磁石4全体での渦電流発生を抑制することができる。

## 【0034】

図4には、本発明の第3の実施の形態を示す。

## 【0035】

本実施の形態では、上記第2の実施の形態と同様にロータ2の外周付近に配設された永久磁石5を分割するに当たって、ロータ2の回転方向先頭の磁石5Aとこれに隣接する磁石5Bとの分割面6を斜めとしている。これにより、磁石5Aは、ロータ2の回転軸3方向から見て、ロータ2の外周方向に広く、ロータ2の内周方向に狭くなっている。

## 【0036】

これは、磁石5Aに流れる渦電流のループを小さくすることにより、磁石5Aにおける渦電流損失を効果的に小さくするためのものである。つまり、図5に示すように、磁石5の先端側の磁石5X、5Y（この図5では、磁石5Xと5Yの分断面は長手方向に対して垂直な面となっている）には、その表面に、矢印で示すような渦電流が流れる。図示されるように、この渦電流は、磁石5のロータ回転軸3方向の両端面7A、7B（図4で正面に見える面は端面7Aとなる）を斜めに横切る方向に流れる。したがって、磁石5Xと5Yとの分割面を斜めにして磁石5A、5Bのような形状にすれば、磁石5B（5Y）の渦電流ループを大きくせず磁石5A（5X）の渦電流ループだけを小さくすることができる。

## 【0037】

図6は、永久磁石を同じ分割数で分割した場合の渦電流損失を、均等分割の場合（従来例）、不均等分割の場合（上記第1、第2の実施形態の場合）、先端斜め分割の場合（上記第3の実施形態の場合）で、比較した図表である。

## 【0038】

図示されるように、従来例に比較して、本発明の不均等分割の場合には損失比率は大幅に低減し、また本発明の先端斜め分割の場合にはさらに損失比率が低減していることが分かる。

【 0 0 3 9 】

図 7 には、本発明の第 4 の実施の形態を示す。

【 0 0 4 0 】

本実施の形態では、ロータ 2 の外周に沿って配設された永久磁石 1 の長手方向両端の磁石 8 A、8 D について、それぞれ隣接する磁石 8 B、8 C との分割面 9、10 を斜めにしている。これにより、磁石 8 A、8 D は、いずれもロータ 2 の回転軸 3 方向から見て、ロータ 2 の外周方向に広く、ロータ 2 の内周方向に狭くなっている。

【 0 0 4 1 】

このように、長手方向両端の磁石 8 A、8 D を対称に、斜めに分断することにより、ロータ 2 の正転／逆転のいずれに対しても、先頭の磁石 8 A または 8 D で発生する渦電流ループを小さくすることができる。したがって、反転可能な電動機において、正転時および逆転時いずれにおいても、有効に渦電流損失の低減を図ることができる。

【 0 0 4 2 】

図 8 には、本発明の第 5 の実施の形態を示す。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態では、ロータ 2 の外周に沿って配設された永久磁石 1 2 は、まず、ロータ外周側（ステータ側）の磁石 1 3 と、ロータ内周側（ステータと反対側）の磁石 1 4 に分割される。そして、ロータ外周側の磁石 1 3 は、さらにその長手方向に複数の磁石に分割される。この場合、ロータ回転方向先端の磁石 1 3 A の幅  $W_3$  は、他の磁石の幅（例えば磁石 1 3 C の幅  $W_4$ ）よりも狭くされる。

【 0 0 4 4 】

このようにロータ 2 の外周側と内周側に永久磁石 1 2 を分割して、外周側の磁石 1 3 のみを分割するようにしても、十分に渦電流損失を低減することができる。つまり、回転式電動機において、周波数の高い分の磁束密度変化はロータ 2 の

外周表面付近（ステータと相対する部分）でしか発生しないので、これに基づく渦電流の発生を抑制するためには、ロータ外周側の磁石 13 を分割するだけで十分である。したがって、本実施の形態のような構成でも、渦電流損失発生および磁石温度上昇を有効に抑制できる。そして、ロータ内周側の永久磁石 14 を分割しないことにより、永久磁石 12 全体として強い磁力を確保することができる。

## 【0045】

なお、上記各実施の形態では、永久磁石はいずれも長方形のものとしたが、本発明はこのような形態に限られるものではなく、例えばかまぼこ型、円弧形等、任意の形態の永久磁石に対して適用可能である。

## 【0046】

また、上記各実施の形態では、電動機について説明したが、本発明は発電機、または電動機兼発電機に対しても、全く同様に適用可能である。

## 【0047】

さらに、上記実施の形態においては、回転式電動機はステータ内側にロータが配設されたものであったが、本発明はこのような形態に限られるものではなく、例えばステータ外側にロータが配設された回転電機（電動機、発電機、電動機兼発電機）、あるいはステータの内外にロータが配設された回転電機に対しても適用可能である。この場合には、上記実施の形態におけるロータ外周側、内周側を、それぞれステータ側、ステータと反対側に置き換えて考えればよい。つまり、ステータ外側のロータについて、上記第 5 の実施の形態のように、ロータに配設された永久磁石を 2 段に分割する場合には、ステータ側の段を複数に分割し、ステータと反対側の段を分割しないようにすればよい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態における永久磁石の分割を示す説明図である。

## 【図 2】

永久磁石の分割数と磁力比との関係を示す特性図である。

## 【図 3】

本発明の第 2 の実施の形態における電動機のロータを示す図である。

【図 4】

本発明の第 3 の実施の形態における電動機のロータの一部を示す図である。

【図 5】

ロータ回転方向先端の磁石における渦電流の経路を示す説明図である。

【図 6】

本発明の第 4 の実施の形態における電動機のロータの一部を示す図である。

【図 7】

永久磁石の分割態様毎の渦電流損失を示すグラフである。

【図 8】

本発明の第 5 の実施の形態における電動機のロータの一部を示す図である。

【図 9】

従来の永久磁石電動機を示す図である。

【符号の説明】

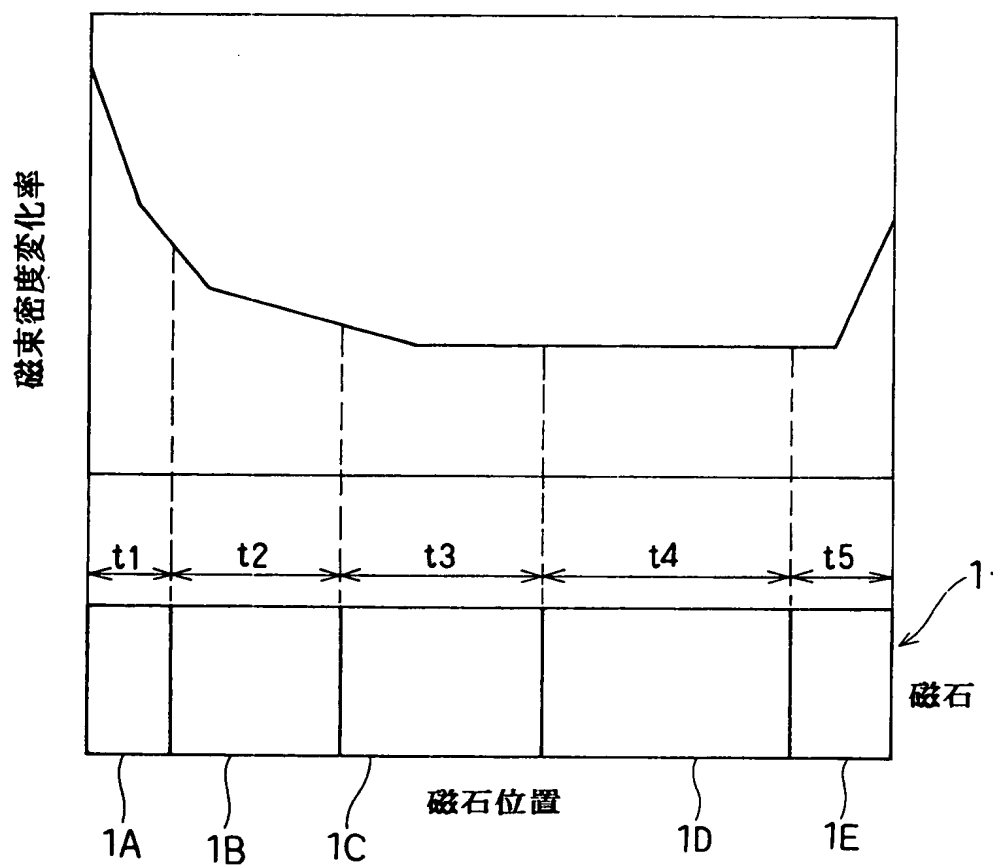
1、4、5、8、12、15 永久磁石

2 ロータ

6、9、10 分割面

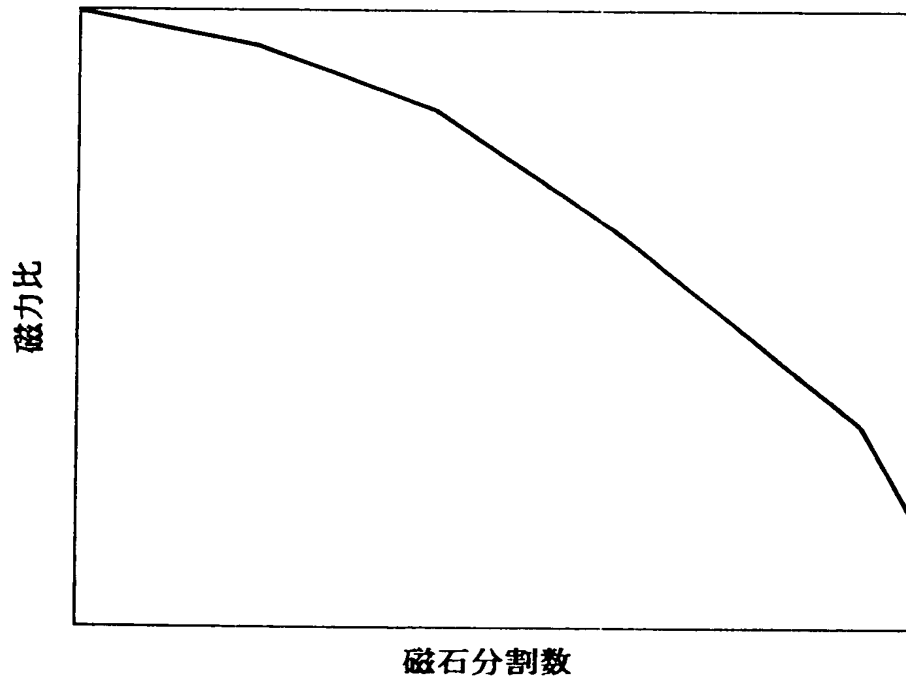
【書類名】 図面

【図 1】

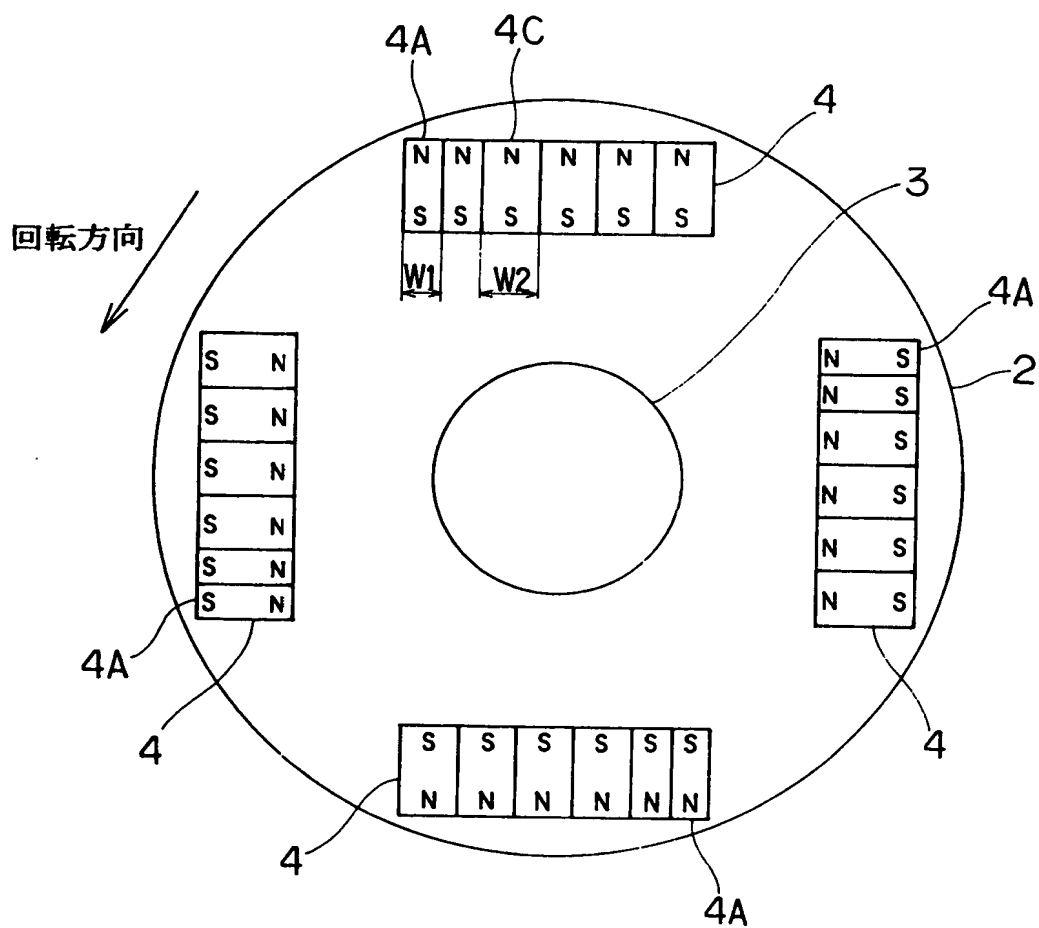




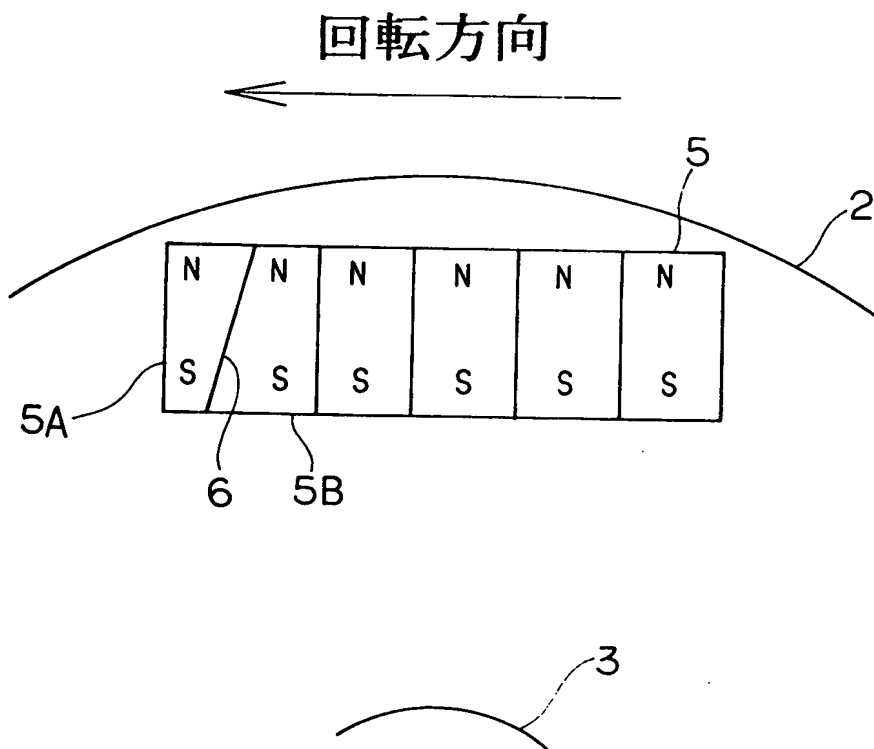
【図 2】



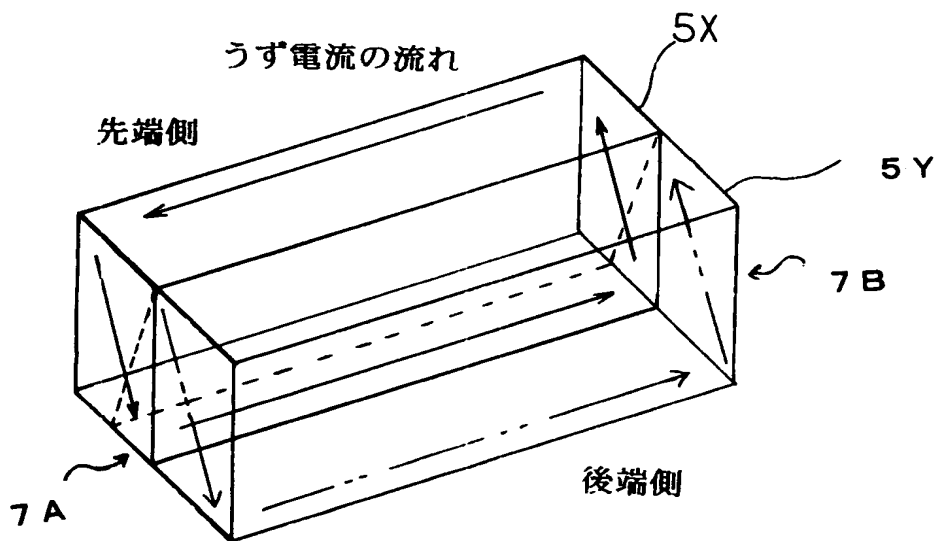
【図 3】



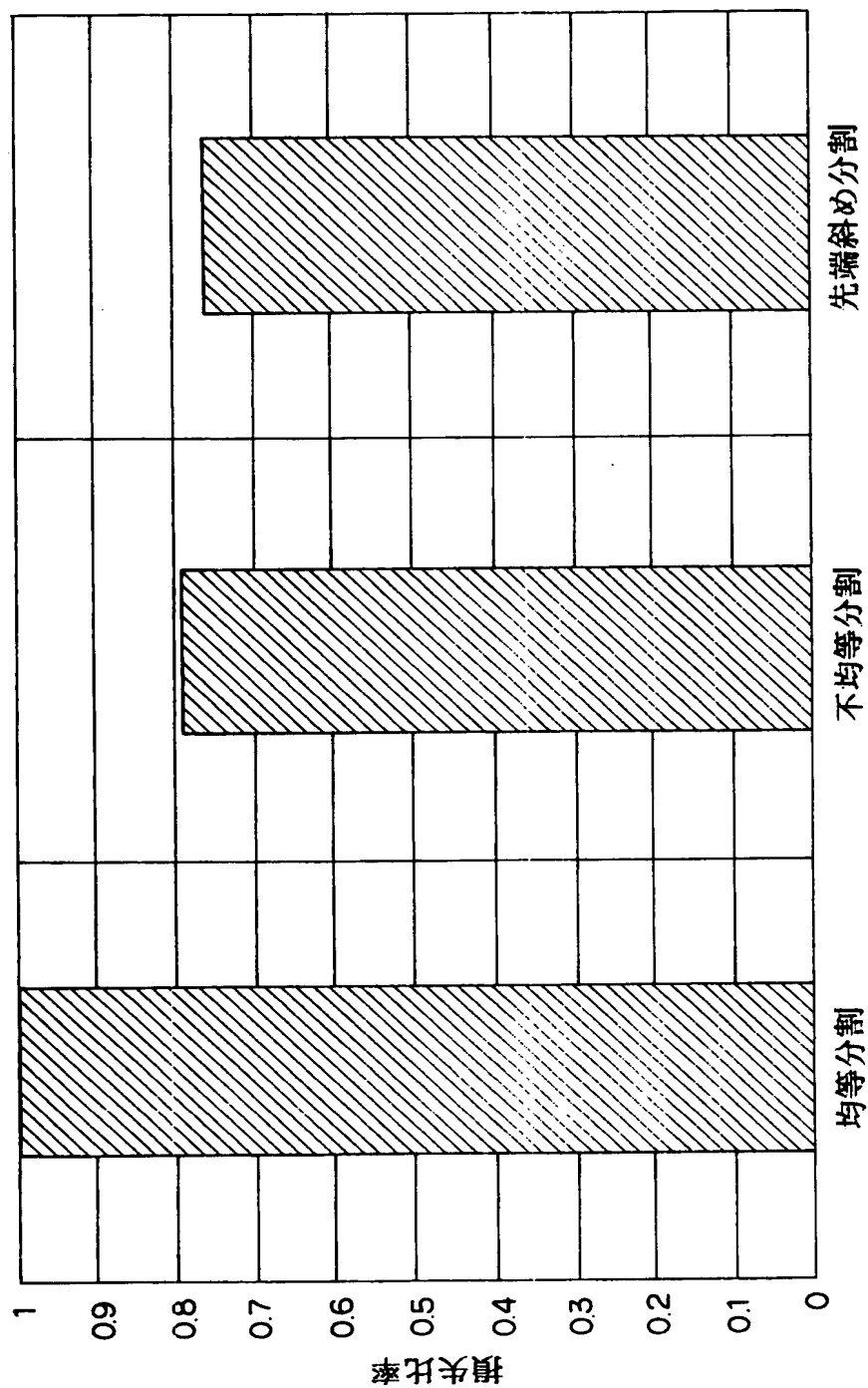
【図 4】



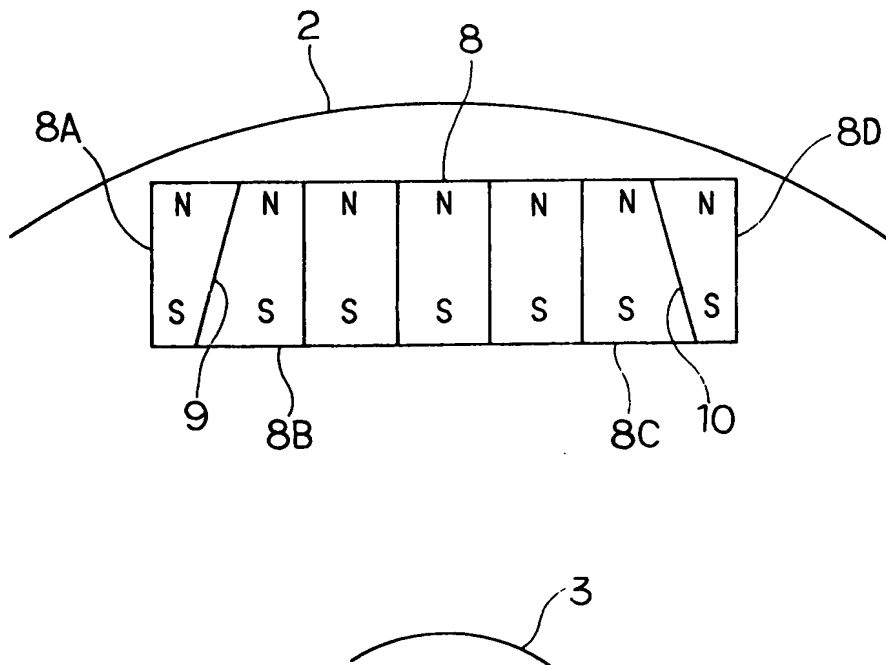
【図5】



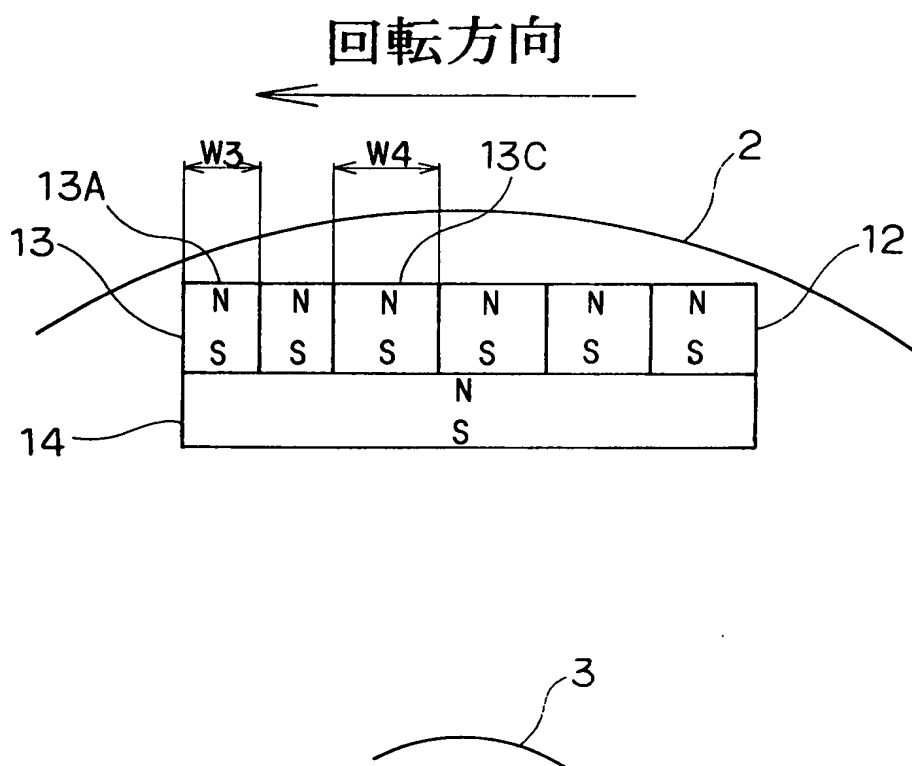
【図 6】



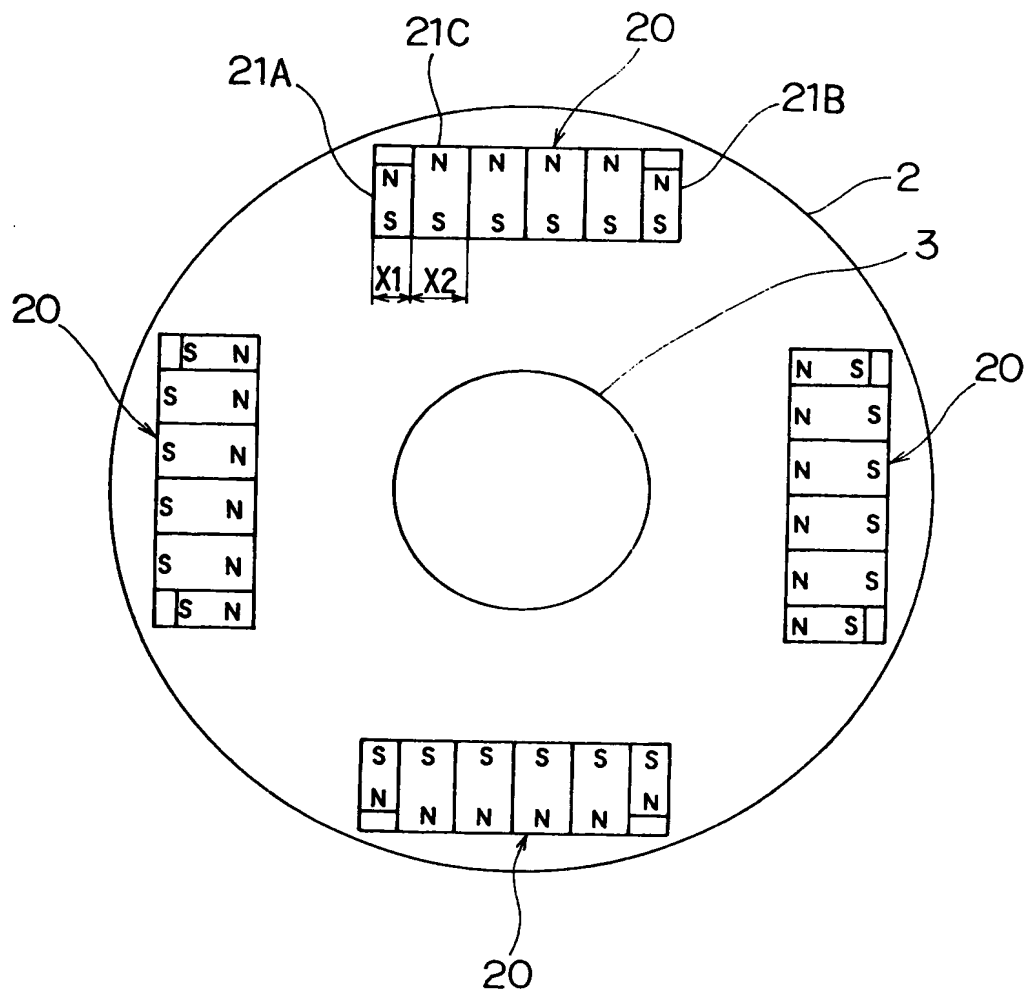
【図 7】



【図 8】



【図9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 可動部材に永久磁石を配設してなる電動機または発電機において、永久磁石に発生する渦電流損失を合理的に低減することができる。

【解決手段】 電動機または発電機の可動部材（例えば回転式電動機のロータ）に配設される永久磁石 1 を、各磁石位置における磁束密度変化率に応じた分割幅  $t_1 \sim t_5$  で磁石 1 A  $\sim$  1 E に分割し、各磁石 1 A  $\sim$  1 E に発生する渦電流損失を略均等とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003997]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

氏 名 日産自動車株式会社